Lightscape를 이용한 광선반 창호시스템의 채광성능평가

Daylighting Performance Evaluation of Lightshelf Window System by Lightscape

문 기 훈* 김 정 태**
Moon, Ki Hoon Kim, Jeong Tai

Abstract

Simulation of daylighting by computer program is a method to avoid unnecessary efforts in manufacture of its testing models, to reduce its measuring tolerances and be able to provide variations of various weather conditions as well. Many simulation programs on daylighting have been released freely or commercialized for selling, however, a demonstration of their availability and validity as a tool for evaluating daylighting performance is required since each one has its own characteristics.

The objectives of this study lie in suggesting an application method of evaluation tools and demonstration of limits and characteristics so as to more easily determine the daylightingperformance in the very initial stages of planning for an arbitrary office space in which windows with daylight access are built.

We produced scale model of the general light inducing type side lighting with lightshelfand ceiling, and the luminance (at 78 measuring points) and illuminance (at 84 measuring points) were measured in a clear sky. And a comparison of the measured values and the calculated values from a computer simulation using the Lightscape program was performed.

Keywords : Lightscape, Daylighting Performance, Visualization, Lightshelf

1. 서 론

1.1 연구의 목적

자연채광의 성능을 계량화하고 가시화(可視化)할 수 있는 다양한 기법들이 개발되고 있으며, 대표적인 것으로서 축소모형실험과 컴퓨터시뮬레이션이 자연채광의 성능을 예측하는 데 유용한 방법으로 인식되고 있다. 그러나 축소모형으로 실험을 하는 데는 여러 가지 제한이 있어 컴퓨터 시뮬레이션이 이용되고 있다. 자연채광에 관한 컴퓨터 시뮬레이션을 위한 프로그램으로서는 Lightscape, Lumen Micro, Adeline 등 다양한 것이 이용되고 있다. 이 중에서 Lightscape는 다른 프로그램에 비해 사용성, 편의성 및 가시성(可視性)이 뛰어난 것으로 인식되고 있다.

따라서, 본 논문은 실내의 자연채광성능을 예측할 경우 물리량 평가 및 가시화(可視化) 도구로서 Lightscape의 유용성을 평가하는 데 연구목적이 있다. 이 경우 Lightscape의 효용성이 검증된다면 디자이너들에 있어서 초기 설계안의 채광성능을 평가하는 도구로서 유용하게 활용될 것이다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 광선반이 설치된 측창을 중심으로축소모형에 유입되는 자연채광의 주광조도를 측정하고 Lightscape 프로그램을 통한 시뮬레이션과 비교하였다. 또한, 축소모형의 사진과 Lightscape에서 생성된 이미지를 비교하여 컴퓨터 시뮬레이션에서 생성된 수치적인 결과 값이 가시화되어 실사적인 이미지를 생성하는데 정확히 반영되었는지를 비교하였다. 구체적인 본 연구의 내용 및 방법은 아래와 같이 진행되었다.

① 본 연구를 위한 평가모델로서는 광선반이 설치된 측창으로 이루어진 실내공간을 선정하였다. 일반 측창은 내부공간의 주광조도 분포가 단순하여 빛환경 변화가 다양한 광선반이 설치된 측창을 평가대상으로 하였다.

* 전문건설공제조합 기술교육원 교수, 공학박사
** 경희대학교 토목건축대학 교수, 공학박사

② 평가대상 공간은 Lightscape에서의 변수 및 물리적 특성을 실제에 가깝게 설정하였으며, 이에 따라 축소모형과 컴퓨터 시뮬레이션을 실시하였다

③ 청천공 상태에서 실시된 축소모형 실험에서의 실측값과 컴퓨터 시뮬레이션 결과에서 얻어진 정량적인 값을 비교하여 Lightscape에 의한 자연채광성능을 평가하였다.

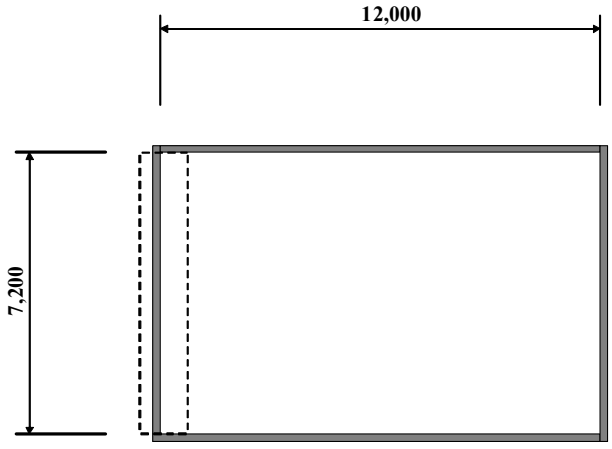
④ 축소모형에서 촬영한 사진과 컴퓨터 시뮬레이션에서 가시화된 이미지를 비교하여 Lightscape에 의한 자연채광의 성능을 평가하였다.

2. 축소모형실험 및 시뮬레이션 개요

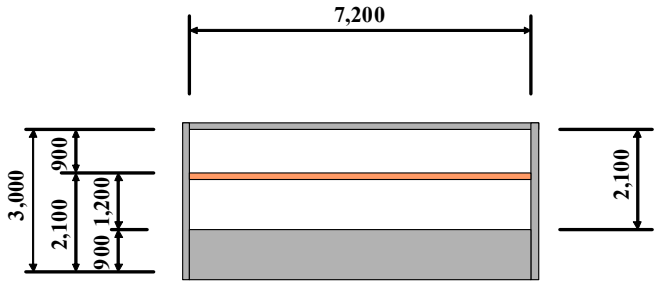
2.1. 평가대상모델 및 측정개요

광선반이 설치된 측창형 실내공간의 주광조도 및 휘도를 분석하고 가시화를 위하여 축소모형을 제작하고, 청천공 상태에서 실 내부의 주광조도 및 휘도를 측정하였다.

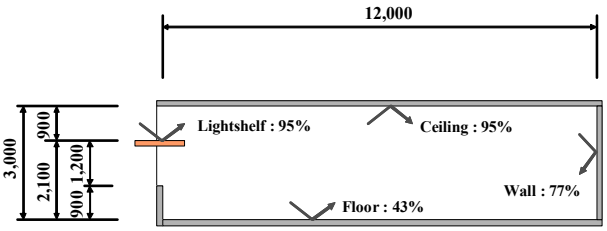
대상건물은 정남향의 측창에 광선반이 설치된 12m(실 깊이)x7.2m(실 폭)x3m(천정 높이)의 실내공간을 1/6로 축소 제작하였다. 모형은 합판을 이용하였으며 조립, 분해 및 높이조절을 쉽게 하기 위하여 외부에 철재 앵글을 사용하였다. 모형실험은 외부의 영향을 최소화하기 위하여 K대학교 공대 옥상에서 실시하였다.



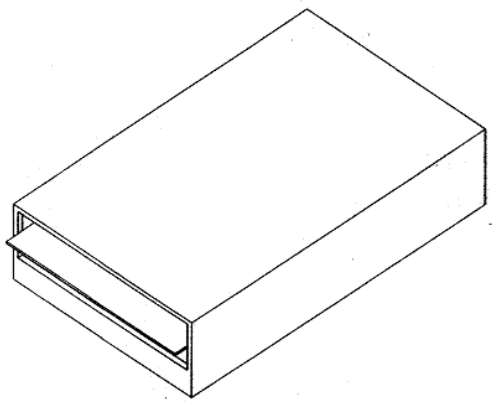
(a) 평면도



(b) 정면도



(c) 단면도



(d) Isometric

그림 1. 평가대상모델의 형상과 치수 - 조도

2.2 축소모형 실험개요

본 연구에서 광선반형 측창이 설치되어 있는 실내공간을 설정한 이유는 축소모형 실험을 통하여 주광조도 및 휘도를 측정하고 이 값을 Lightscape 시뮬레이션 값과 비교하는 것이다. 즉, 조도측정은 실 폭의 중앙을 대칭으로 하여 실 폭 7열, 실 깊이로 12행 등 모두 84개의 측정점을 설정하였으며, 휘도측정은 좌·우측벽 1m와 2m 높이 지점과 천장 중심열과 중심으로부터 좌·우측 2m지점의 78개 측정점 <그림 3>을 설정하였다.

실내의 주광조도 측정은 가능한 동일한 천공상태에서 실시하기 위하여 각 행별로 일제히 실시하여, 천공상태에 따를 오차를 최소화하도록 하였다.

옥외의 조도측정을 위하여 외부에 1개의 Photometric Sensor를 설치하고, 내부에는 7개의 Photometric Sensor를 이용하여 행별로 주광조도를 측정하였다. 평가대상모델 및 측정개요는 <표 1>과 같으며 센서의 설치위치는 <그림 2>와 같다.

휘도측정을 위하여 대상공간을 1/6로 축소 제작하였다. 내부 벽의 마감재료는 청녹계열의 벽지를 부착하였고 바닥에는 청녹계열의 카펫트타일을 이용하였다. 천장은 백색 폼보드를 사용하였다. 측정도구는 외부의 조도측정을 위하여 TOPCON IM-3 조도계를 사용하였고 축소모형 내부휘도측정은 TOPCON BM-8 휘도계를 사용하였다.

휘도측정은 <그림 3>과 같이 내부의 좌(L-벽)·우측(R-벽)벽면에 높이1m와 2m에 48개 지점과 천장 30개 지점, 총 78개 지점에서 실시하였으며 외부 1개 지점에서 휘도측정과 동시에 조도를 측정하였다.

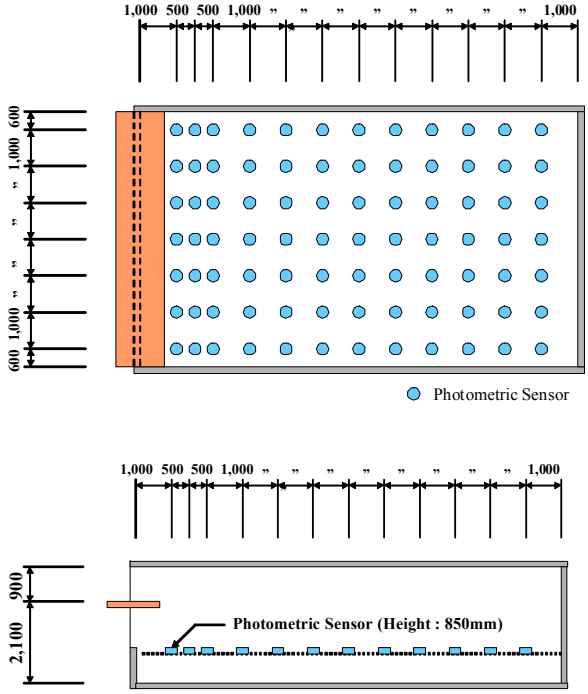
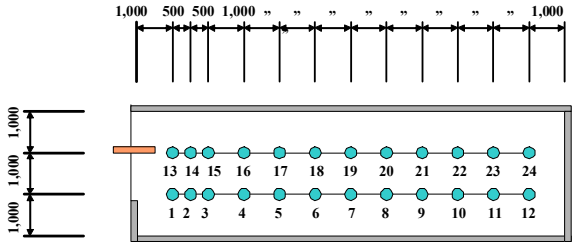
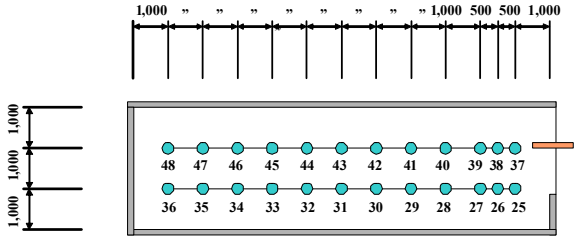


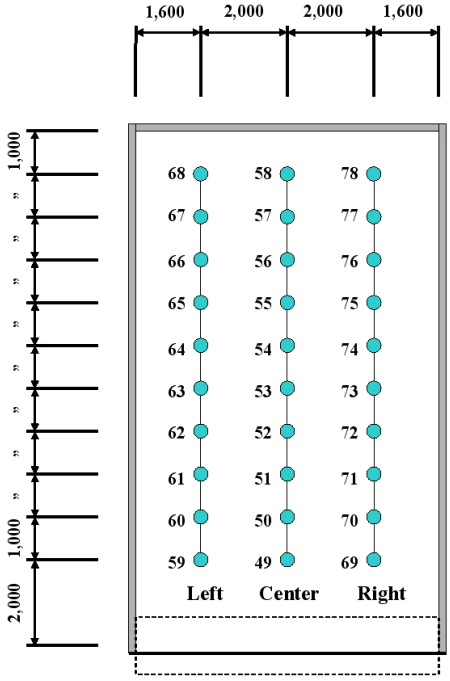
그림 2. 조도측정을 위한 Photometric Sensor 배치도



(a) L-벽 (좌측내벽) - 1m 측정열, 2m 측정열



(b) R-벽 (우측내벽) - 1m 측정열, 2m 측정열



(c) L · C · R-천장 측정열

그림 3. 휘도 측정점

(a) 축소모형내부 조도측정레일 설치

(b) 축소모형내부 휘도측정레일 설치

(c) 축소모형의 조립

(d) 축소모형 전경

그림 4. 조도 · 휘도 측정레일 및 축소모형

표 1. 평가대상모델 및 측정개요

구 분			내 용	
			조도평가모델	휘도평가모델
대상건물의 치 수	실내크기		7.2m(폭)x12m(깊이)x3m(높이)	
	개구부크기		7.2m(폭)x2.1m(높이)	
축소모형 개 요	Scale		1/6 (1.2m×2m×0.5m)	
	실 내 마감재료 및 반 사 율	천정	백색 페인트 (반사율 95%)	백색 폼보드 (반사율 93%)
		벽	벽지 (반사율 77%)	청녹벽지 (반사율 54%)
		바닥	카펫타일 (반사율 43%)	청녹 카펫타일 (반사율 39%)
	광선반 표면 마감		백색페인트 (반사율 95%)	백색 폼보드 (반사율 93%)
	광선반 설치높이		2100mm	
	광선반 크기		폭 : 1,500mm (내부 : 900mm 외부 : 600mm)	폭 : 1,200mm (내부 : 900mm 외부 : 300mm)
측정위치	위치 및 향		서울, 위도 37, 경도 -127, 남향	
측정시간	시간		GMT +9 Japan, Korea	
			12:00	10:00, 12:00
	월/일		3/21	
측 정 점	측 정 점		작업면 85cm	좌 · 우 벽, 천장

2.3 Lightscape 시뮬레이션 개요

Lightscape는 간단한 면을 만드는 기능 외에는 자체 모델링 기능을 가지고 있지 않기 때문에 정확한 모델링을 위해서는 별도의 모델링 프로그램을 사용하여야한다. Lightscape가 Autodesk사 제품인 관계로 AutoCAD나 Autodesk Viz등의 프로그램과의 호환성이 좋다.

본 시뮬레이션은 AutCAD에서 모델링하였다. Solid 모델링을 하기 위하여 Line으로 작업된 평면을 이용하여 3차원모델을 제작하였다. Explode명령으로 각각의 면을 분할하여준 후 동일 재료별로 Layer와 Color를 설정하였다. AutoCAD에서 Layer와 색상을 설정하면 Lightscape에서 레이어와 색상을 활용하여 재료의 변수들을 적용시키기가 용이해진다. AutoCAD에서 단일 외벽으로 모델링하였을 경우 Lightscape에서 모서리부분에서 빛이 새어나오는 누광현상이 발생되므로 외벽과 내벽을 구분하여 제작하였다.

조도측정을 위한 모델의 천장은 백색수성페인트와 95%의 측정된 반사율을 사용하였고 전동 샌딩기를 이용하여 편평도를 높였지만 유리처럼 편평한 것은 아니기 때문에 Lightscape에서 이를 표현하기 위하여 Procedural Texture의 Bump Mapping과 Intensity Mpping의 Contrast값과 Complexity값을 조절하여 이러한 거칠기와 음영을 표현하였다. 벽은 나무무늬 벽지를 스캐닝하여 Texture를 설정한후 77%의 측정된 반사율을 설정하였다. 바닥은 LG 적색계열 오피스용 카펫타일을 스캐닝하여 사용하였고 반사율은 실제 재료의 반사율인 43%로 설정하였다. 광선반은 95% 반사율의 백색 수성페인트를 설정하였다.

작업면은 벽이나 천장과는 달리 모델 내부에서 자연채광의 분배에 영향을 미치면 안되므로 별도의 Surface Processing을 설정하였다. Lightscape는 3차원 면에 대하여 다른 표면들처럼 광속전달 메쉬를 저장하고 조도를 끌어들여 기록하기 위하여 Receiving기능을 선택하도록 되어있다. 이때 다른 3차원 면에 영향을 주지 않도록 차단(Occluding)과 반사(Reflecting)를 선택하지 않았다. 수조면의 Mesh의 해상도를 조절하는 Mesh Resolution을 최대값인 10을 주었다.

Daylight Setup의 Processing은 직사광과 천공광을 모두 이용하였다. Direct Control에서 정남향과 태양의 고도를 설정하였고 3월 21일(춘분)의 고도를 사용하였다. 태양의 조도값은 98230 (lx)를 사용하여 시뮬레이션 하였다.

휘도측정을 위한 시뮬레이션모델의 천장은 백색 93%의 측정된 반사율을 사용하였고 벽은 청녹계열 벽지를 스캐닝하여 Texture를 설정한 후 54%의 측정된 반사율을 설정하였다. 바닥은 청녹계열 사무실용 카펫타일을 스캐닝하여 사용하였고 반사율은 실제 재료의 반사율인 39%로 설정하였다.

Daylight Setup의 Processing은 조도시뮬레이션 모델과 동일한 설정을 사용하였고 조도값은 76688 (lx)를 사용하여 시뮬레이션 하였다.

광속전달과정은 99.999%에 도달 될 때까지 진행하였으며 완료된 후 최종 이미지를 얻기 위하여 Rendering옵션을 선택하였다.

표 2. Lightscape 시뮬레이션을 위한 변수 설정

Simulation을 위한 변수 명			변수 설정값	
			조도평가모델	휘도평가모델
Time	Time		GMT+9 Japan, Korea, 24 Hour	
			12:00	10:00, 12:00
	Month/Day		3/21	
Place	North		0 (정남향)	
	Location/North		Seoul, Latitude 37, Longitude -127	
Sky Condition			Clear	
Properties	Display	Brightness	90	
		Contrast	90	
Lightshelf	Physics	Reflectance	0.95	0.93
	Color	H.S.V	0.00, 0.00, 0.95	
	Size		폭 : 1,200mm (내부: 900, 외부: 300)	폭 : 1,500mm (내부: 900, 외부: 300)
	Setting Height		2100mm	
	Material		White Paint	백색 폼보드
Ceiling	Physics	Reflectance	0.95	0.93
	Color	H.S.V	0.00, 0.00, 0.95	
	Intensity Mapping	Width	100	
		Contrast	0.12	
		Complexity	1	
	Material		White Paint	백색 폼보드
Wall	Physics	Reflectance	0.77	0.54
	Material		Wall Paper	
Bottom	Physics	Reflectance	0.43	0.39
	Material		Carpet Tile	

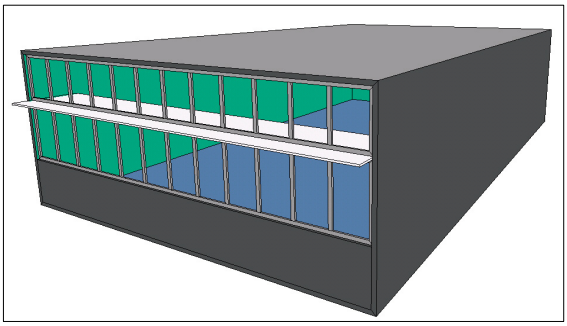


그림 5. AutoCAD에서 작성된 광선반 모델

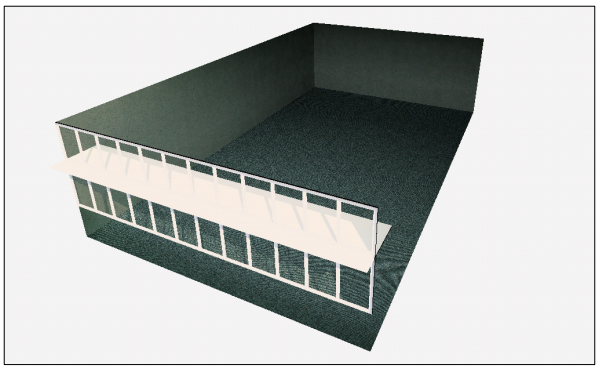


그림 6. 렌더링을 통한 이미지 생성

3. Lightscape의 유용성 검증

3.1 조도모델

축소모형 실험에 의한 측정값과 컴퓨터 시뮬레이션에 의한 계산값은 <표 3>과 같다. 이 논문에서 측정값은 주광조도비 (실내주광조도/옥외 직사일광조도×100,%)로 비교하였다. 행별로 평균값을 비교하면 제 5, 6, 7, 11행에서 오차가 크며 전체적으로는 6.46%의 상대오차가 나타났다.

<그림 7>의 그래프는 광선반 설치 후 축소모형에서의 실측조도와 Lightscape에서의 시뮬레이션후 조도를 그래프로 비교한 것으로 창측에서 조도비가 의 차이가 커짐을 알 수 있다.

표 3. 광선반 길이가 1.5m일 경우 각 행별 평균주광조도비 및 상대오차

열 / 행	평균 상대 오차 (%)	A		B		C		D	
		모형 측정	계산 값	모형 측정	계산 값	모형 측정	계산 값	모형 측정	계산 값
평균	6.46								
1	6.35	5.89	5.94	7.20	6.96	7.33	7.48	9.43	7.62
2	3.17	5.35	5.13	6.45	6.05	6.55	6.47	8.63	8.53
3	4.90	3.78	3.97	5.53	5.25	5.62	5.52	7.88	7.27
4	5.95	2.99	3.02	3.75	3.52	3.71	3.76	5.55	6.40
5	11.17	2.12	2.47	2.61	2.81	2.64	3.02	3.77	4.00
6	9.43	1.44	1.67	1.73	1.82	1.65	1.91	2.58	2.56
7	7.50	1.06	1.15	1.23	1.25	1.15	1.28	1.87	1.71
8	5.45	0.82	0.84	0.97	0.88	0.90	0.91	1.34	1.22
9	4.97	0.61	0.64	0.71	0.68	0.66	0.69	0.97	0.91
10	4.97	0.48	0.51	0.57	0.54	0.53	0.54	0.77	0.72
11	7.95	0.60	0.57	0.69	0.59	0.65	0.61	0.65	0.61
12	5.71	0.48	0.53	0.57	0.57	0.54	0.58	0.60	0.57

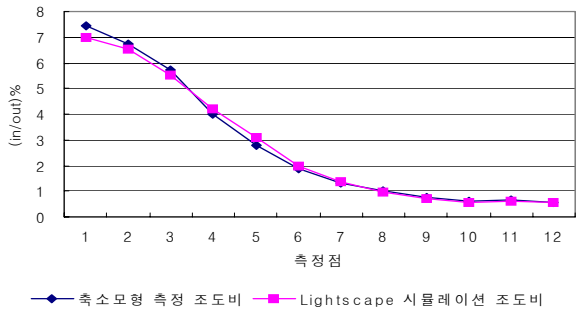


그림 7. 광선반의 길이가 1.5m일 경우 각 행별 평균 주광조도비

3.2 휘도모델 (10:00)

<표 4>는 청천공시 축소모형실험에서 측정휘도와 Lightscape 프로그램에서 계산된 휘도와의 상대오차를 나타낸 것이다. L-벽 높이 1m와 2m 측정점의 평균 상대오차는 10.26%이며 R-벽 높이 1m와 2m 측정점의 평균상대오차는 8.19%이고 천장의 평균상대오차는 13.19%로 천장의 상대오차가 상대적으로 큰 것으로 나타났다. 창측에 가까운 1열~6열의 측정점에서의 평균 상대오차는 9.34%이며 7열~12열까지의 평균 상대오차는 8.81%로 창측과

북측과의 상대오차가 적은 것으로 나타났다. 전체 상대오차는 9.15%였다.

표 4. 광선반 설치형 3월21일 10:00 상대오차

구분	평균	측정지점												비고
상대오차 평균 (%)	9.15	14.03	2.38	7.43	10.59	10.43	11.16	9.19	8.39	7.43	8.14	11.41	8.53	
L-벽 1m		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
상대오차(%)	8.42	1.30	2.17	11.50	4.52	3.88	6.85	9.62	10.26	13.33	16.67	15.00	5.88	
ML/MAL		2.31	2.30	2.26	1.55	1.03	0.73	0.52	0.39	0.30	0.24	0.20	0.17	
CL/CAL		2.28	2.35	2.00	1.48	1.07	0.78	0.57	0.43	0.34	0.28	0.23	0.18	
L-벽 2m		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
상대오차(%)	12.09	25.80	2.94	13.64	21.05	20.55	16.98	10.26	6.45	4.17	4.76	11.76	6.67	
ML/MAL		3.45	2.72	1.98	1.14	0.73	0.53	0.39	0.31	0.24	0.21	0.17	0.15	
CL/CAL		2.56	2.80	2.25	1.38	0.88	0.62	0.43	0.33	0.25	0.20	0.15	0.14	
R-벽 1m		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
상대오차(%)	10.39	19.59	3.67	3.29	13.77	17.71	17.14	13.21	4.65	9.68	12.50	9.52	0.00	
ML/MAL		2.45	2.45	2.13	1.38	0.96	0.70	0.53	0.43	0.31	0.24	0.21	0.19	
CL/CAL		1.97	2.36	2.06	1.57	1.13	0.82	0.60	0.45	0.34	0.27	0.23	0.19	
R-벽 2m		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	
상대오차(%)	5.99	9.43	0.74	1.36	14.41	11.25	6.90	2.27	8.33	0.00	10.53	0.00	6.67	
ML/MAL		2.97	2.69	2.21	1.18	0.80	0.58	0.44	0.36	0.26	0.19	0.17	0.15	
CL/CAL		2.69	2.71	2.18	1.35	0.89	0.62	0.45	0.33	0.26	0.21	0.17	0.14	
C-천장				49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	
상대오차(%)	8.53			10.27	12.79	10.34	7.14	6.52	3.13	4.17	0.00	14.29	16.67	
ML/MAL				4.48	2.19	1.16	0.70	0.46	0.32	0.24	0.18	0.14	0.12	
CL/CAL				4.94	1.91	1.04	0.65	0.43	0.31	0.23	0.18	0.16	0.14	
L-천장				59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	
상대오차(%)	11.91			5.18	2.04	2.97	16.07	16.22	14.81	9.52	12.50	23.08	16.67	
ML/MAL				5.21	1.96	1.01	0.56	0.37	0.27	0.21	0.16	0.13	0.12	
CL/CAL				4.94	1.92	1.04	0.65	0.43	0.31	0.23	0.18	0.16	0.14	
R-천장				69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	
상대오차(%)	6.75			6.77	5.53	6.31	7.04	6.25	11.11	11.11	0.00	6.25	7.14	
ML/MAL				4.58	1.99	1.11	0.71	0.48	0.36	0.27	0.20	0.16	0.14	
CL/CAL				4.89	1.88	1.04	0.66	0.45	0.32	0.24	0.20	0.17	0.15	

· ML : 측정휘도, MAL : 측정열의 평균휘도
· CL : 계산휘도, CAL : 계산열의 평균휘도

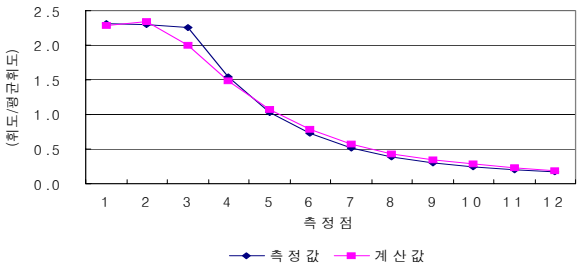


그림 8. 광선반 설치형 3/21 10:00 L-벽 1m 휘도비 비교

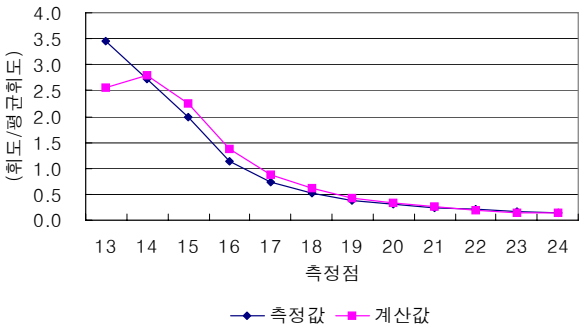


그림 9. 광선반 설치형 3/21 10:00 L-벽 2m 휘도비 비교

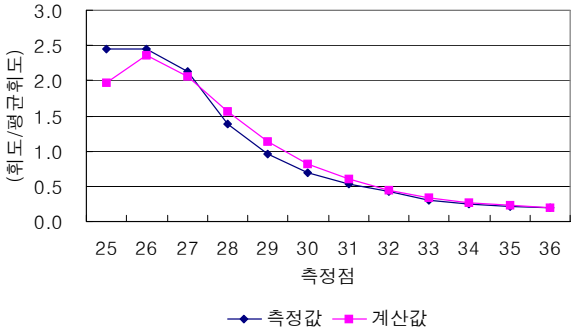


그림 10. 광선반 설치형 3/21 10:00 R-벽 1m 휘도비 비교

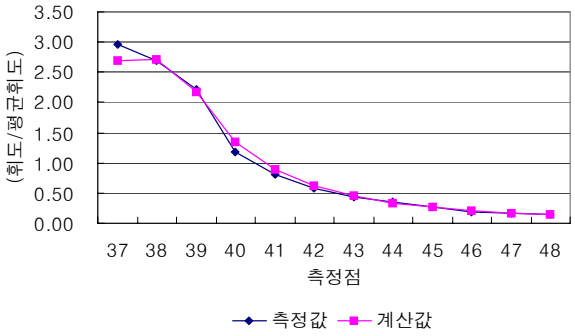


그림 11. 광선반 설치형 3/21 10:00 R-벽 2m 휘도비 비교

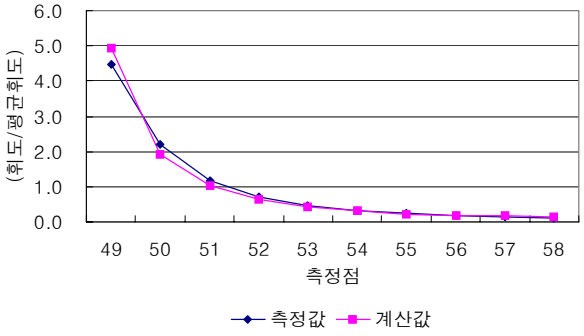


그림 12. 광선반 설치형 3/21 10:00 C-천장 휘도비 비교

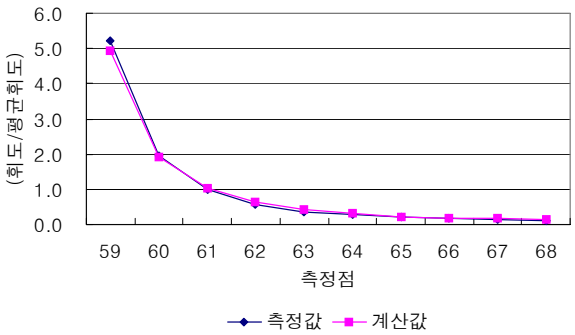


그림 13. 광선반 설치형 3/21 10:00 L-천장 휘도비 비교

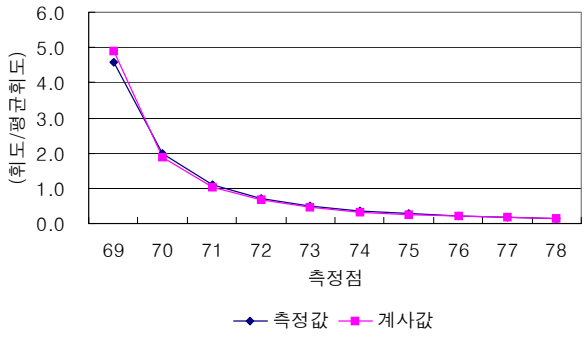


그림 14. 광선반 설치형 3/21 10:00 R-천장 휘도비 비교

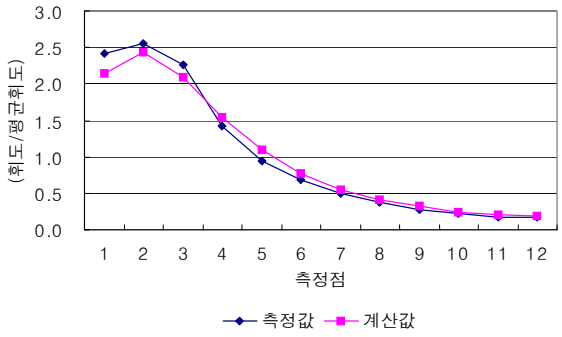


그림 15. 광선반 설치형 3/21 12:00 L·R-벽 1m 휘도비 비교

3.3. 휘도모델 (12:00)

표 5는 청천공시 축소모형실험에서 측정휘도와 Lightscape 프로그램에서 계산된 휘도와의 상대오차를 나타낸 것이다. L·R-벽 높이 1m와 2m 측정점의 평균 상대오차는 14.47%이며 천장의 평균상대오차는 6.55%로 천장의 상대오차가 상대적으로 작은 것으로 나타났다. 창측에 가까운 1열~6열의 측정점에서의 평균 상대오차는 10.04%이며 7열~12열까지의 평균 상대오차는 10.76%로 나타났다. 전체 평균상대오차는 10.51%이다.

표 5. 광선반 설치형 3월21일 12:00 상대오차

구 분	평균	측 정 지 점												비고
상대오차 평균 (%)	10.51	18.59	2.72	4.99	11.79	12.40	9.74	7.78	9.90	11.22	10.09	15.16	15.85	
L·R-벽 1m		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
상대오차(%)	11.26	11.16	4.71	7.52	8.45	14.74	13.24	10.00	13.51	14.29	9.09	16.67	11.76	
ML/MAL		2.42	2.55	2.26	1.42	0.95	0.68	0.50	0.37	0.28	0.22	0.18	0.17	
CL/CAL		2.15	2.43	2.09	1.54	1.09	0.77	0.55	0.42	0.32	0.24	0.21	0.19	
L·R-벽 2m		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
상대오차(%)	17.67	26.01	0.73	8.29	28.30	28.36	18.00	16.22	15.38	21.05	18.75	14.29	16.67	
ML/MAL		3.73	2.74	2.05	1.06	0.67	0.50	0.37	0.26	0.19	0.16	0.14	0.12	
CL/CAL		2.76	2.76	2.22	1.36	0.86	0.59	0.43	0.30	0.23	0.19	0.16	0.14	
C-천장				49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	
상대오차(%)	9.07			0.40	4.95	1.89	3.23	4.88	10.71	9.52	12.50	15.38	27.27	
ML/MAL				5.00	2.02	1.06	0.62	0.41	0.28	0.21	0.16	0.13	0.11	
CL/CAL				4.98	1.92	1.04	0.64	0.43	0.31	0.23	0.18	0.15	0.14	
L·R-천장				59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	
상대오차(%)	4.03			3.76	5.45	4.59	4.48	0.00	0.00	0.00	0.00	14.29	7.69	
ML/MAL				4.79	2.02	1.09	0.67	0.43	0.31	0.23	0.18	0.14	0.13	
CL/CAL				4.97	1.91	1.04	0.64	0.43	0.31	0.23	0.18	0.16	0.14	

· ML : 측정휘도, MAL : 측정열의 평균휘도
· CL : 계산휘도, CAL : 계산열의 평균휘도

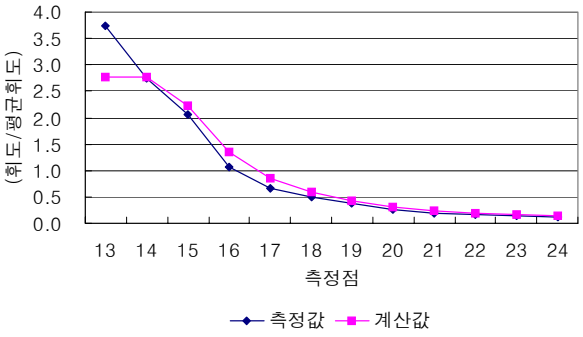


그림 16.광선반 설치형 3/21 12:00 L·R-벽 2m 휘도비 비교

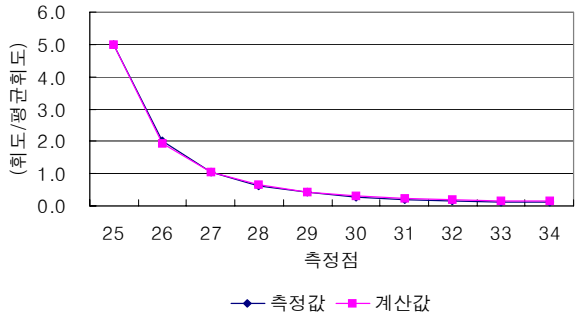


그림 17. 광선반 설치형 3/21 12:00 C-천장 휘도비 비교

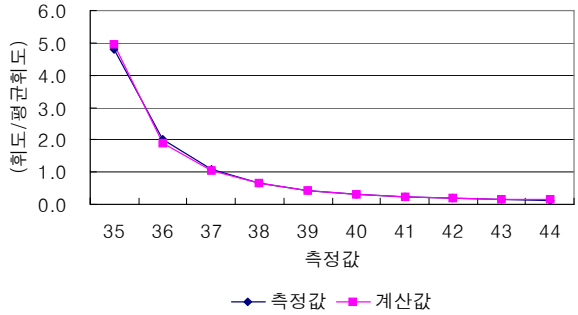


그림 18. 광선반 설치형 3/21 12:00 L·R-천장 휘도비 비교

3.4 사진과 시뮬레이션에 의한 실내전경의 비교

청천공 상태에서 직사일광이 창을 향하여 비칠 때의 실내 모습을 비교하기 위해 축소모형의 내부를 사진으로 촬영하여 Lightscape에서 생성된 이미지와 비교한 결과 두 이미지에는 육안으로 구분할 수 없을 정도로 유사한 것으로 나타나 실내전경의 예측에도 유용한 도구임이 나타났다.

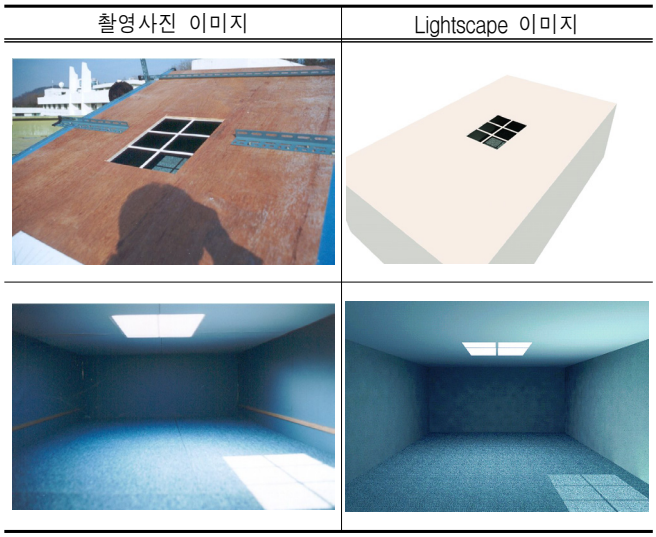


그림 19. 촬영된 사진과 Lightscape에서 생성된 이미지의 비교

4. 결 론

본 연구는 현재 자연채광 성능평가 및 가시화 도구로서 많이 사용되고 있는 Lightscape가 우리나라 기상환경 조건에 적합한 것인지의 여부를 검증하여, Lightscape의 유용성을 평가한 것이다.

이를 위하여, 광선반형 측창이 설치된 평가모델을 설정하여 축소모형 실험과 Lightscape에 컴퓨터 시뮬레이션을 실시하였고, 유용성은 주광조도비와 생성된 가시화된 이미지를 비교한 결과는 다음과 같다.

광선반의 길이가 1.5m인 경우 실내공간의 주광조도비에 대한 상대오차는 6.4%로 나타났다.

광선반(1.2m-내부:0.9m, 외부:0.3m)이 설치된 측창의 3월21일 10:00 휘도비의 평균상대오차는 9.15%로 나타났다. L-벽 측정점의 평균 상대오차는 10.26%이며 R-벽의 평균상대오차는 8.19%이고 천장의 평균상대오차는 13.19%로 천장의 상대오차가 상대적으로 큰 것으로 나타났다.

3월 21일 12:00 휘도비 평균상대오차는 10.51%로 나타났다. L·R-벽 측정점의 평균상대오차는 14.47%이며 천장의 평균상대오차는 6.55%로 천장의 상대오차가 상대적으로 적은 것으로 나타났다. 창측에 가까운 1열~6열의 측정점에서의 평균 상대오차는 10.04%이며 7열~12열까지의 평균 상대오차는 10.76%로 나타났다.

전체적으로 10% 내외의 오차를 나타내 채광성능 예측용으로 Lightscape의 유용성은 매우 크게 나타났다.

이 경우 <그림 19>에서 보듯이 시각화된 자료로 표시할 수 있다. 또한, 사진촬영 이미지와 Lightscape에서 생성된 이미지는 육안으로 구분이 불가능하여 시각적인 평가도구로 가시화의 기능은 매우 유용한 것으로 나타났다.

앞으로의 연구과제로서는 실내의 색상에 대한 비교를 통하여 가시화 도구로서의 유용성을 좀 더 정확하게 평가할 필요성이 있다.

후 기

이 논문은 과학기술부 국가지정연구실사업(과제번호 M1-0318-00-0272)의 연구비 지원에 의한 연구결과의 일부로 진행되었음

참고문헌

1. 建築環境と可視化情報, 空氣調和・衛生工學會(編), 1995. 7.
2. 김정태, 정유근, 정인영, 황민구, 자연채광 성능평가에 있어서 축소모형실험 방법론의 유용성 검증에 관한 연구, 한국태양에너지학회 논문집, 22권 2호,,2002.6
3. 홍성욱, Lightscape를 사용한 조명시뮬레이션, 서울산업대학교 석사학위청구논문, 2001. 2.
4. Mohamed Adel Samy Shalaby, Evaluating Lightscape's Accuracy for Predicting Daylighting Illuminance Compared to An Actual Space, Florida University, 2002.
5. Lightscape User's Guide V 3.2, Autodesk., 1999.
6. 엄재용・최원기・장월상・서승직,"Lightscape를 이용한 독립형 외부 차양장치의 주광 분포에 관한 평가", 대한건축학회 학술발표논문집, 제24권 제1호, 2004. 4
7. 송규동・이주윤・유기형,"자연채광 시스템의 성능평가를 위한 실내 조도 예측 및 조명제어 컴퓨터 모델 개발", 대한건축학회논문집 계획계 19권3호 통권173호, 2003. 3
8. Steffy Gary R. 2001., "Architectural lighting design/2nd Ed.", John Wiley & Sons, INC
9. Linda Groat. 2002., "Architectural Research Methods", John Wiley & Sons, INC